

Requested Patent: JP10257678A

Title:

INDIVIDUAL OPERATION PREVENTION DEVICE OF INVERTER FOR
COORDINATING SYSTEM ;

Abstracted Patent: JP10257678 ;

Publication Date: 1998-09-25 ;

Inventor(s): HOTTA KAZUTAKA;; MORI NORIAKI;; NAGASAWA MAKOTO ;

Applicant(s): KANSAI ELECTRIC POWER CO INC:THE;; FUJI ELECTRIC CO LTD ;

Application Number: JP19970054329 19970310 ;

Priority Number(s): ;

IPC Classification: H02J3/38; H02J3/18 ;

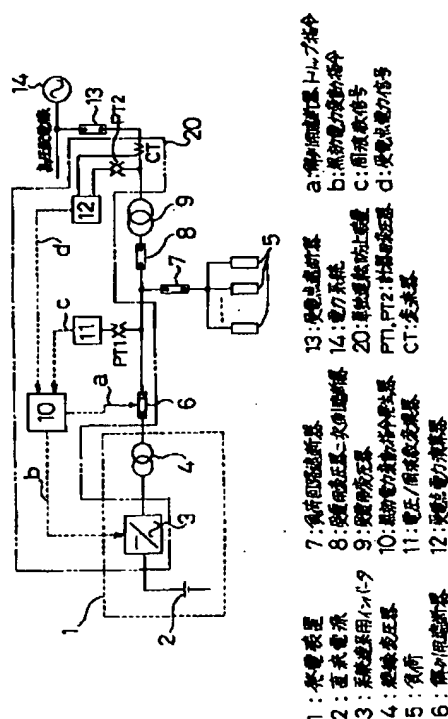
Equivalents: ;

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To quickly and accurately detect an islanding phenomenon and to suppress the voltage and power factor fluctuation of a consumer service wire by setting a reactive power fluctuation command to zero, when a power reception point power value becomes a power reception side for the power system. **SOLUTION:** The DC power of a DC power supply 2 is converted into an AC power, that is matched to the frequency and voltage of a system by an inverter 3 and is supplied to a load 5 via circuit breakers 6 and 7. Then, when an islanding phenomenon in which switcher at the side of the power system 14 is released occurs, a frequency fluctuates due to the reactive power fluctuation of the inverter 3 and a frequency signal (c) of a voltage/frequency converter 11 fluctuates from a rated value. Consequently, a comparator operates and an OR gate is turned on, a relay is excited and a trip signal (a) is set. In this case, a frequency detection level by the comparator is one step each, thus preventing a detection time from being extended long. Also, since the parallel-off circuit breaker 6 a line is released and the line of a generation device 1 is undone, an islanding state is eliminated immediately.

(11)特許出願公開番号

(43)公開日 平成10年(1998)9月25日



【特許請求の範囲】

【請求項1】 発電装置内の系統連系用インバータにより直流電力を交流電力に変換して電力系統に連系させるシステムにおいて、
系統周波数を検出してその周波数信号を出力する周波数検出手段と、
電力系統からの受電点電力値を検出する受電点電力検出手段と、

前記インバータにより電力系統に周期的な無効電力変動を生じさせるための無効電力変動指令を出力し、かつ、前記周波数検出手段から出力された周波数信号に基づき系統連系用インバータの単独運転状態が検出されたときに前記発電装置の解列用遮断器に対して開放信号を出力する無効電力変動指令発生手段とを備え、

前記無効電力変動指令発生手段は、前記受電点電力値が電力系統に対して受電側になったときに前記無効電力変動指令を零にすることを特徴とする系統連系用インバータの単独運転防止装置。

【請求項2】 請求項1記載の系統連系用インバータの単独運転防止装置において、

受電点電力値が電力系統に対して受電側になったときに零とした無効電力変動指令を、受電点電力値が電力系統に対して送電側の所定値になったときに元の設定値に復帰させることを特徴とする系統連系用インバータの単独運転防止装置。

【請求項3】 発電装置内の系統連系用インバータにより直流電力を交流電力に変換して電力系統に連系させるシステムにおいて、

系統周波数を検出してその周波数信号を出力する周波数検出手段と、

電力系統からの受電点電力値を検出する受電点電力検出手段と、

前記インバータにより電力系統に周期的な無効電力変動を生じさせるための無効電力変動指令を出力し、かつ、前記周波数検出手段から出力された周波数信号に基づき系統連系用インバータの単独運転状態が検出されたときに前記発電装置の解列用遮断器に対して開放信号を出力する無効電力変動指令発生手段とを備え、

前記無効電力変動指令発生手段は、前記受電点電力値が電力系統に対して送電側の所定の設定値以下になったときに前記無効電力変動指令を段階的に所定の微小値まで減少させることを特徴とする系統連系用インバータの単独運転防止装置。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【発明の属する技術分野】本発明は、直流電力をインバータにより交流電力に変換して電力系統に連系させる発電装置が、系統喪失時に一定の負荷電力を分担して単独運転状態になること（いわゆるアイランディングと呼ぶ）を防止するための単独運転防止装置に関し、詳しく

は、発電装置の出力に積極的に外乱を与えるようにした系統連系用インバータの単独運転防止装置に関する。

【0002】

【従来の技術】燃料電池や蓄電池等を直流電源とするインバータを用いた発電装置においては、安定した電力供給を計る目的で電力系統の交流電力との連系運転を行っている。特に近年では、商用電力系統へ発電電力を供給する形態（以下では逆潮流と呼ぶ）での連系運転が認められたため、商用電力系統の遮断等の系統喪失により発生するアイランディング現象を防止することがガイドラインによって決められている。

【0003】通常、系統遮断等による系統電圧の喪失時に、一定の需要家や負荷と発電装置の出力とがバランスして系統停電状態にならない場合には電力系統の復電時に短絡状態を発生させたりする危険性があることから、上記アイランディング現象の防止が求められており、以下のような能動的（発電電力に積極的に外乱を与える）アイランディング防止システムが既に提供されている。

【0004】（1）発電装置から無効電力の周期的な変動を発生させ、アイランディング発生時に系統周波数（50または60Hz）の変動を検出する。

（2）発電装置の発電電力を周期的に変動させ、アイランディング発生時の系統電圧や周波数の変動を検出する。

（3）発電装置のインバータの内部発振器等に周波数バイアスを与えておき、アイランディング発生時に系統に現れる周波数変化を検出する。

（4）発電装置に対し並列に、インピーダンスを瞬間的かつ周期的に挿入し、このインピーダンスの挿入端での電圧変動や電流変動の急変を検出する。

【0005】これらの方法のうち、（4）の方法では発電装置の他にインピーダンス設備が必要になり、電力系統が高圧の場合や特別高圧の場合にはアイランディング防止装置そのものが大型になってコスト高になるという問題を有し、また、燃料電池や蓄電池を直流電源として使用するシステムでは有効電力の変動を伴わない方法が都合が良いことから、（1）の方法が通常、用いられている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】上述した（1）のアイランディング防止システムは、変動する無効電力を発電装置から電力系統に供給する原理に基づいている。このため、アイランディング現象の検出精度を上げようとすると、無効電力の変動量を大きくする必要があり、逆潮流時の電力系統への送電電力値が小さくなると、発電装置からの無効電力変動により需要家引き込み口の電圧変動を招きやすくなることや、無効電力変動に合わせて受電点力率が大きく変動することから力率管理上の問題が発生する場合がある。

【0007】このような問題点を回避するために、図4

に示すように電力系統に供給する常時の無効電力変動量を微小な値に抑え、かつ、アイランディング現象検出のための周波数変動検出レベルを2段階として、1段階目の微小な周波数変化の検出後に無効電力変動量（無効電力指令値）を急増させる方法が提案されている。なお、図4において、eは無効電力指令値の波形を示す。

【0008】しかるに、図4の方法では、周波数変動の検出を2段階で行うことから、検出時間が長くなりやすいという新たな問題を生じていた。そこで本発明は、比較的短時間で高精度にアイランディング現象を検出すると共に、需要家引き込み口における電圧変動や力率変動を抑制することができる系統連系用インバータの単独運転防止装置を提供しようとするものである。

【0009】

【課題を解決するための手段】この発明は、直流電力をインバータを介して電力系統に連系運転する発電装置においては、アイランディング現象が電力系統の遮断器や開閉器の操作に起因することに着目してなされたものである。すなわち、インバータにより系統に連系運転する発電装置では、需要家構内における線間短絡等の事故時には、インバータの半導体素子が過電流や過電圧に対する耐量が小さいため、インバータの保護回路が動作して発電装置の回路遮断器が開放されることになり、このときに電力系統に停電が発生してもアイランディング現象が発生することはない。

【0010】上記より、本発明は、発電装置内の系統連系用インバータにより直流電力を交流電力に変換して電力系統に連系させるシステムにおいて、周期的な無効電力変動をインバータから電力系統に供給させる無効電力変動指令発生手段に、周波数信号だけでなく受電点電力検出手段からの受電点電力信号も入力するようにし、受電点電力値が電力系統に対して受電側になったときに無効電力変動指令を零にするか、更に好ましくは、受電点電力値が電力系統に対して送電側の所定の設定値以下になったときに無効電力変動指令を段階的に所定の微小値まで減少させるようにしたものである。

【0011】以上のように構成された本発明によれば、受電点電力値が電力系統に対して受電側になったときに無効電力変動指令を零にすることで、通常の逆潮流時に大きな無効電力変動を与えてアイランディング現象の検出感度を確保し、なおかつ、逆潮流がないときには無効電力の変動により発生する需要家引き込み口での電圧変動及び力率変動を抑制することができる。更に好ましくは、受電点電力値が電力系統に対して送電側の所定の設定値以下になったときに無効電力変動指令を段階的に所定の微小値まで絞込むことで、逆潮流が全くないときばかりでなく、逆潮流が少ない時にもアイランディング現象の検出感度を確保したままで需要家引き込み口における電圧変動及び力率変動を抑制することができる。

【0012】

【発明の実施の形態】以下、図に沿って本発明の実施形態を説明する。まず、図1は本実施形態の単独運転防止装置を、電力系統に連系している発電装置や負荷と共に示した単線図である。図1において、1は燃料電池などの直流電源2による直流電力を系統連系用インバータ3により交流電力に変換して出力する発電装置である。なお、4はインバータ3の交流側に接続された絶縁変圧器である。

【0013】一方、14は連系先の電力系統であり、絶縁変圧器4と電力系統14の高圧配電線との間には、遮断器6、7、8、受電用変圧器9、及び遮断器13が接続されている。ここで、遮断器6は発電装置1の解列用遮断器、遮断器7は一般の構内負荷5からなる負荷回路分電用の配電用ブレーカ等の負荷回路遮断器、遮断器8は受電用変圧器9の二次側遮断器、遮断器13は高圧配電線から受電するために構内事故時の遮断などに用いられる受電点遮断器である。

【0014】次に、20は本実施形態にかかる単独運転防止装置を示している。この単独運転防止装置20において、11は計器用変圧器PT1により検出した遮断器6、8間の電圧を周波数に変換する電圧／周波数変換器、12は計器用変圧器PT2及び変流器CTにより検出した受電点の電圧及び電流から受電点電力値を求める受電点電力演算器である。また、10は電圧／周波数変換器11からの周波数信号cと受電点電力演算器12からの受電点電力信号dとが入力され、解列用遮断器トリップ指令aと無効電力変動指令bとを出力する無効電力変動指令発生器である。なお、トリップ指令aは解列用遮断器6に、無効電力変動指令bはインバータ3に加えられる。

【0015】上記構成において、計器用変圧器PT1及び電圧／周波数変換器11は周波数検出手段を、計器用変圧器PT2、変流器CT及び受電点電力演算器12は受電点電力検出手段を、無効電力変動指令発生器10及びインバータ3は無効電力変動発生手段をそれぞれ構成している。

【0016】図2は、請求項1、2に記載した発明に相当する無効電力変動指令発生器10Aの一例を示している。図2において、21は変動指令の元になる変動信号gを出力する変動信号発振器、22は変動信号gを増幅して変動指令hを出力する増幅器である。23は受電点電力信号dが入力されたときにこの信号dが正極性であるときにのみ所定のトリガ信号iを出力する判定器であり、受電点電力信号dは電力系統に対して送電側になっているときに正極性となる。また、24は入力である変動指令hをトリガ信号iが入力されたときにのみ有効とし、無効電力変動指令bとして出力する3端子の電圧フォロワである。

【0017】更に、OFCは、周波数信号cが入力されたときにこの信号cが設定器VR1による設定値を超え

ると出力信号jを発生する比較器、UFCは周波数信号cが設定器VR2による設定値以下になると出力信号kを発生する比較器である。25はORゲートであり、出力信号j、kの何れかが入力されるとリレー26を励磁し、図1の解列用遮断器6をトリップするためのトリップ指令aを出力させる。

【0018】次に、図2の動作を図1を参照しつつ説明する。まず、図1において、直流電源2の直流電力はインバータ3により系統の周波数・電圧に合わせた交流電力に変換され、遮断器6、7を介して負荷5に供給される。アイランディングの発生していない通常時は、電圧／周波数変換器11から出力される周波数信号cは定格状態であるため、図2における比較器OFC、UFCはオフであり、出力信号j、kはリセットされている。このとき、ORゲート25もオフであるため、トリップ信号aはリセットされている。

【0019】いま、負荷5の容量が発電装置1の出力より小さいときには、発電装置1の出力電力の一部は受電用遮断器13を介して電力系統14に送電されるので、受電点電力演算器12から出力される受電点電力信号dは送電側の正極性である。従って、図2における判定器23がトリガ信号iをセットするため、無効電力変動指令bとしては、変動信号gを増幅器22により増幅して得た変動指令hが電圧フォロワ24を介して出力されることになる。

【0020】この状態で電力系統14側の開閉器（図示せず）が開放されてアイランディング現象が発生すると、インバータ3の無効電力変動により周波数が変動して電圧／周波数変換器11の周波数信号cが定格値から変動するため、図2の比較器OFCまたはUFCが動作してORゲート25がオンし、リレー26が励磁されてトリップ信号aがセットされる。この際、比較器OFC、UFCによる周波数検出レベルはそれぞれ1段階であるから、図4に示した従来技術のように検出時間の長期化を招くこともない。以上のようにして図1の解列用遮断器6が開放されて発電装置1が解列されるので、アイランディング状態が直ちに解消される。

【0021】また、負荷5の容量が発電装置1の出力よりも大きい場合には、電力系統14から受電用遮断器13を介して不足分の電力が受電される。この場合には、受電点電力演算器12の出力は電力系統に対して受電側の負極性である。従って、図2の判定器23はトリガ信号iをリセットするので、電圧フォロワ24もリセットされ、無効電力変動指令bもリセットされる。

【0022】この状態で電力系統14側の開閉器が開放されてアイランディング現象が発生すると、インバータ3の出力電力では負荷5の容量を賄いきれないため、インバータ3は過電流となって停止するので周波数も当然低下する。よって、図2における比較器UFCが動作してORゲート25がオンし、リレー26が励磁されてト

リップ信号aがセットされる。これにより、解列用遮断器6が開放されて発電装置1が解列されるため、アイランディング状態が直ちに解消される。

【0023】なお、図2の構成において、図1の負荷5の容量と発電装置1の出力とがおおよそ等しく、かつ負荷5が変動している場合には、請求項2に記載したように、受電点電力信号dが負極性（受電側）になった後に正極性（送電側）の適当な値になるまで判定器23のトリガ信号iをセットしないようにヒステリシスを持たせれば、インバータ3の無効電力変動出力が急激なオン・オフを繰り返すことにより発生する受電点の電圧変動及び力率変動を防止することができる。

【0024】次いで、図3は請求項3に記載した発明に相当する無効電力変動指令発生器10Bの一例を示すものである。以下では、図2と同一の構成要素には同一の符号を付して説明を省略し、異なる部分を中心に説明する。図3の無効電力変動指令発生器10Bでは、前記増幅器22の出力である変動指令hが増幅器27に入力されており、その出力が無効電力変動指令bとなっている。増幅器27には受電点電力信号dが直接入力されており、増幅器27では、受電点電力信号dの値が電力系統に対し送電側である正極性の所定値以下になると、増幅率を段階的に1から微小値まで減少させる（絞り込む）ように構成されている。

【0025】次に、図3の動作を図1を参照しつつ説明する。図1において、負荷5の容量が発電装置1の出力より十分に小さいときには、発電装置1の出力電力の大部分は受電用遮断器13を介して電力系統14に送電されるので、受電点電力信号dは電力系統に対して送電側の正極性である。従って、図3における増幅器27の増幅率は1であるから、変動信号gを増幅器22により増幅して得た変動指令hが増幅器27を介し無効電力変動指令bとして出力されることになる。

【0026】この状態で電力系統14側の開閉器が開放されてアイランディング現象が発生すると、前記同様に電圧／周波数変換器11の周波数信号cが定格値から変動するため、図3の比較器OFCまたはUFCが動作してORゲート25がオンし、リレー26が励磁されてトリップ信号aがセットされる。これにより、図1の解列用遮断器6が開放されて発電装置1が解列されるので、アイランディング状態が直ちに解消される。

【0027】また、負荷5の容量が発電装置1の出力より若干小さいときには、発電装置1の出力電力のごく一部が受電用遮断器13を介して電力系統14に送電されるので、受電点電力信号dは電力系統に対して送電側の正極性の小さな値となる。従って、増幅器27の増幅率は1より絞り込まれた値となり、変動信号gを増幅器22により増幅して得た変動指令hは増幅器27によって微小な無効電力変動指令bに変換されて出力されることになる。

【0028】この状態で、同様に電力系統14側の開閉器が開放されてアイランディング現象が発生すると、インバータ3の無効電力変動出力は微小値であるが、系統側に送電している電力そのものも小さいため、十分な周波数変動が発生して電圧／周波数変換器11の周波数信号cが定格値から変動する。このため、図3の比較器OFCまたはUFCが動作してORゲート25がオンし、リレー26が励磁されてトリップ信号aがセットされる。よって、解列用遮断器6が開放されて発電装置1が解列されるので、アイランディング状態が直ちに解消される。

【0029】負荷5の容量が発電装置1の出力より大きいときには、電力系統14から受電点遮断器13を介して受電側に電力が供給され、基本的な動作は前述した図2の場合と同様になる。

【0030】また、負荷5の容量と発電装置1の出力とが等しい場合には、図2の構成では無効電力変動が停止しているので、アイランディング現象が継続する可能性がある。しかるに図3の構成では、この場合も微小ではあるが無効電力変動指令bに基づいてインバータ3から無効電力が出力されているので、アイランディングの検出及び防止は十分に可能である。

【0031】

【発明の効果】以上のように本発明によれば、系統連系用インバータにより直流電力を交流電力に変換して系統と連系運転している際に、電力系統の開閉器等の操作によりアイランディング現象が発生するとこれを直ちに検出して系統連系用インバータの単独運転を防止することができる。また、需要家からの送電電力がないときにはインバータの運転による無効電力変動を生じさせないことで、需要家引き込み口における電圧変動を防止して需要家の力率管理も容易に行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態の単独運転防止装置を、電力系統に連系している発電装置や負荷と共に示した単線図である。

【図2】図1における無効電力変動指令発生器の一例を示すブロック図である。

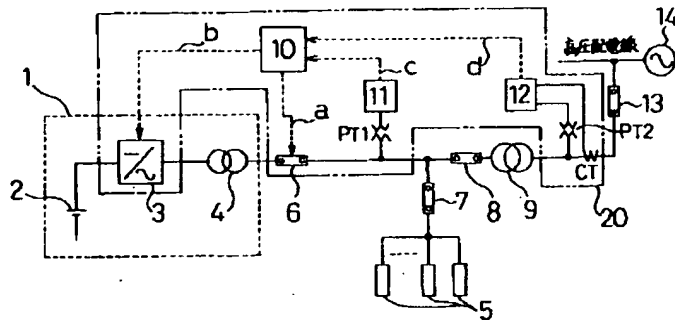
【図3】図1における無効電力変動指令発生器の他の例を示すブロック図である。

【図4】従来技術における無効電力指令値と周波数変動波形の例を示す図である。

【符号の説明】

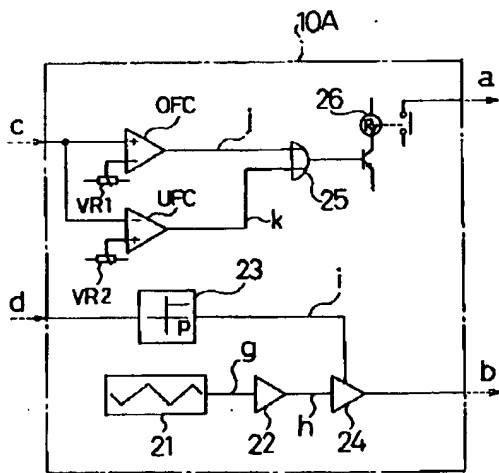
- 1 発電装置
- 2 直流電源
- 3 系統連系用インバータ
- 4 絶縁変圧器
- 5 負荷
- 6 解列用遮断器
- 7 負荷回路遮断器
- 8 受電用変圧器二次側遮断器
- 9 受電用変圧器
- 10, 10A, 10B 無効電力変動指令発生器
- 11 電圧／周波数変換器
- 12 受電点電力演算器
- 13 受電点遮断器
- 14 電力系統
- 20 単独運転防止装置
- 21 変動信号発振器
- 22 増幅器
- 23 判定器
- 24 電圧フォロフ
- 25 ORゲート
- 26 トリップ指令出力用リレー
- PT1, PT2 計器用変圧器
- CT 変流器
- OFC, UFC 比較器
- VR1, VR2 設定器
- a 解列用遮断器トリップ指令
- b 無効電力変動指令
- c 周波数信号
- d 受電点電力信号
- g 変動信号
- h 変動指令
- i トリガ信号
- j, k 比較器出力信号

【図1】

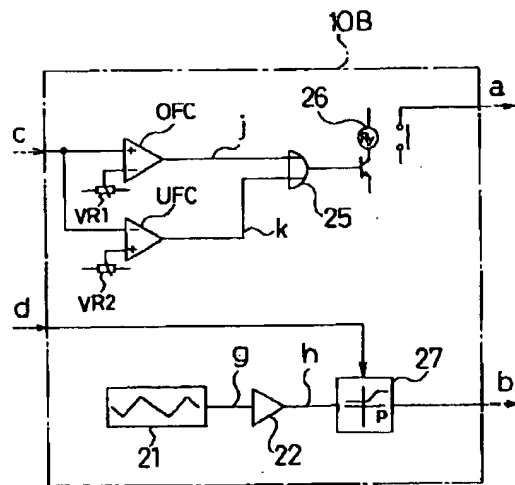


- | | | | |
|---------------|-----------------|------------------|-----------------|
| 1: 発電装置 | 7: 負荷回路遮断器 | 13: 受電点遮断器 | a: 解列用遮断器トリップ指令 |
| 2: 直流電源 | 8: 受電用変圧器二次側遮断器 | 14: 電力系統 | b: 無効電力変動指令 |
| 3: 系統連系用インバータ | 9: 受電用変圧器 | 20: 単独運転防止装置 | c: 周波数信号 |
| 4: 絶縁変圧器 | 10: 無効電力変動指令発生器 | PT1, PT2: 針器用変圧器 | d: 受電点電力信号 |
| 5: 負荷 | 11: 電圧/周波数変換器 | CT: 変流器 | |
| 6: 解列用遮断器 | 12: 受電点電力演算器 | | |

【図2】



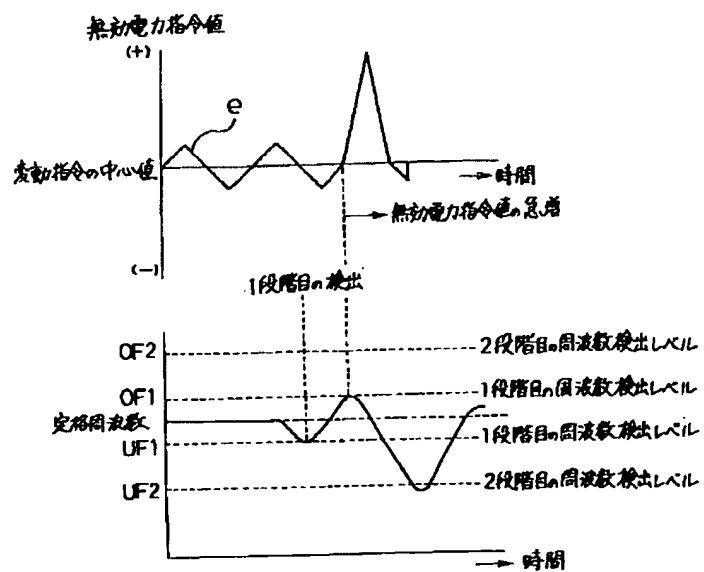
【図3】



- | | |
|------------------|-----------------|
| 10A: 無効電力変動指令発生器 | VR1, VR2: 設定器 |
| 21: 変動信号発振器 | a: 解列用遮断器トリップ指令 |
| 22: 増幅器 | b: 無効電力変動指令 |
| 23: 判定器 | c: 周波数信号 |
| 24: 電圧フロッパ | d: 受電点電力信号 |
| 25: ORゲート | g: 変動信号 |
| 26: トリップ指令出力用リレー | h: 変動指令 |
| OFC, UFC: 比較器 | i: トリップ信号 |
| | j, k: 比較器出力信号 |

- 10B: 無効電力変動指令発生器

【図4】



フロントページの続き

(72)発明者 長沢 誠
 神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号
 富士電機株式会社内